

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 子計畫：山坡地高樓建築住宅區災害簡易監測、預警通報與 潛勢評估系統示範應用驗證研究(Ⅰ)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2625-Z-032-001-

執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

執行單位：淡江大學土木工程學系

計畫主持人：張德文

計畫參與人員：張德文、鄭世豪、梁尹齡

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 24 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☒ 成果報告  
☐ 期中進度報告

山坡地高樓建築住宅區災害簡易監測、預警通報與潛勢評估  
系統示範應用驗證研究(I)

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：93-2625-Z-032-001

執行期間：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

計畫主持人：張德文

共同主持人：

計畫參與人員：張德文、鄭世豪、梁尹齡

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☐ 精簡報告 ☒ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- ☐ 赴國外出差或研習心得報告一份
- ☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- ☐ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- ☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年 ☐ 二年後可公開查詢

執行單位：淡江大學土木工程學系

中 華 民 國 九 十 四 年 十 月 三 十 日

# 目 錄

中文摘要	一
英文摘要	二
本文目錄	I
表目錄	
圖目錄	
第一章 緒論	1
1-1 研究背景與目的	1
1-2 研究方法與內容	2
第二章 社區資料回顧	5
2-1 社區坡地安全回顧	5
2-2 現地勘查記錄	8
第三章 研究設備與方法	12
3-1 簡易監測設備	12
3-2 簡易雷射監測設備	18
3-3 簡易監測網建立	19
3-4 監測檢視作業規劃	21
第四章 監測成果整理	22
4-1 簡易監測數檢視	22
4-2 簡易雷射監測檢視	28
4-3 自主檢視網頁建置	28
第五章 結論與建議	30
參考文獻	31

## 表 目 錄

表 1	坡地安全評估方法優缺點比較	11
表 2	簡易監測設施內容	12

## 圖 目 錄

圖 1	整體分工架構圖(第一、二年期)	3
圖 2	整體分工架構圖(第三年期)	4
圖 3	第一年期社區平面配置圖	6
圖 4	第一年期社區外圍排水系統圖	7
圖 5	第一年期社區區域地質圖	7
圖 6	現場照片及概要說明	8
圖 7	現場照片及概要說明	8
圖 8	現場照片及概要說明	9
圖 9	現場照片及概要說明	9
圖 10	2-D 裂縫點之標示	14
圖 11	2-D 裂縫點之符號定義	14
圖 12	即時裂縫點	15
圖 13	垂直傾斜點之設置	16
圖 14	垂直傾斜點之量測	16
圖 15	水平傾斜點之量測	17
圖 16	地表傾斜點之設置示意	17
圖 17	雷射光源發射模組	18
圖 18	雷射光源接受模組	19
圖 19	第一年期社區簡易監測點位佈置示意圖	20
圖 20	即時裂縫點和傾斜點位佈置施作圖	20
圖 21	雷射監測點位佈置施作圖	21
圖 22	1 號監測點之裂縫計量測值	23
圖 23	2 號監測點之裂縫計量測值	23
圖 24	3 號監測點之裂縫計量測值	23
圖 25	4 號監測點之裂縫計量測值	24
圖 26	5 號監測點之裂縫計量測值	24
圖 27	6 號監測點之裂縫計量測值	24
圖 28	7 號監測點之裂縫計量測值	25
圖 29	8 號監測點之裂縫計量測值	25
圖 30	1 號監測點之傾度盤量測值	25
圖 31	2 號監測點之傾度盤量測值	26
圖 32	3 號監測點之傾度盤量測值	26
圖 33	4 號監測點之傾度盤量測值	26
圖 34	5 號監測點之傾度盤量測值	27
圖 35	6 號監測點之傾度盤量測值	27
圖 36	7 號監測點之傾度盤量測值	27

圖 37	8 號監測點之傾度盤量測值	28
圖 38	網路資料庫首頁	29
圖 39	網路資料庫之功能頁面圖	29

## 中文摘要

台灣環島坡地社區林立，颱風豪雨來襲時，由地基鬆軟所導致地滑災害經常發生，造成人命房屋和財物的損失。為此，國科會永續會之防災科技研究計劃嘗以坡地災害相關研究為重點，其中，有關坡地社區災害的簡易監測，預警通報與潛勢評估已有多年期計劃執行成果可供參考，相關子計劃重點為不同的監測方法、預警時間與空間、通報方式乃至資料庫的建置。本研究膺續前期整合型計劃之目標，將相關防災體系重點落實施行於區域型之不同坡地社區，藉此了解各項方法的應用差異與適用性，以驗證前期研究成果的可行性。由於地緣計劃主持人所在工作關係，本子計劃以淡海地區之大型坡地社區為例，深入探討研究目標。第一年期研究即在 A 社區中建立各項簡易監測法施行政程序並收集數據，同時評估其災害潛勢之可能性；另一方面，比較其他子計劃案社區之地質與環境差異，了解坡地社區災害機制之異同和適用的各項方法。原訂之第二年期進行 B 社區危險區之觀測量和佈樁並建立 A、B 社區 GPS 量測數據，使用精密之衛星定位系統監控坡地安全，並分析相關數據，持續建立各項監測數據之關聯性，期間並可配合主管機關實施預警與通報體制，有效監控其安全性；第三年則計劃將前二年 A、B 社區的量測應用與資料建檔外，並擬將施行細則與作業方式移轉社區使用，以落實建立區域性之示範坡地防災社區，同時針對 C 社區進行監控應用與潛勢評析，以了解不同型態坡地社區的施行適用性。各項數據與評析重點均將建置於網頁資料庫軟體中，供相關應用參考。

關鍵字：坡地、防災、淡海地區、衛星定位系統。

## 英文摘要

The sliding hazard is the main issue of the public safety concerns, which threatens the local hillside communities from time to time. The slide hazard is caused often by loss of strengths of the soils and the retaining structures due to rainfalls at the raining season and typhoon period. Consequent failures occurring at the communities may cause death tolls and significant loss of the money and properties. Therefore, National Science Council has focused on researches related to hillside community problems for many years. A 3-year generalized project has been granted on simple monitoring, pre-warning, announcing and potential evaluation for hazard of hillsides communities. Good research results have been obtained from a number of adjunct projects. In order to apply and to verify these research results, continuous research work is proposed on implementing and validating these clues on selective hillside communities at different geologic divisions around Taipei. The aim of this adjunct study is to carry on the tasks on the hillsides communities at Tamhai including Kuando, Shanchi and Kingsan districts. The proposed work in the first year is to collect the monitoring data of hillsides community A, and to evaluate its hazard potential. Moreover, comparisons are made on geology and environment concerns. The mechanism and accommodations of the proposed methods will be analyzed. Continuous monitoring of the A community are made in the 2<sup>nd</sup> year, the GPS monitoring data will be collected at A and B communities. Possible correlations of these data will be developed. The pre-warning and announcing procedures will be carried out onto the self-management operations at these communities. In the 3<sup>rd</sup> year, the work is continuously done at A and B communities. A transfer and education programs are made for individual communities. Meanwhile, the experiences of the developments are implemented at community C. Validations of the mitigation system are made considering different characteristics of these communities. Corresponding data and evaluation results could be retrieved from the authorized database at the web pages as one of the research results of this study.

Key Words : Hillside, Mitigation, Tamhai District, GPS.

# 第一章 緒論

## 1-1 研究背景與目的

台灣環島坡地社區林立，颱風豪雨來襲時，由地基鬆軟所導致之地滑災害經常發生，造成人命房屋和財物的損失。為此，國科會永續會之防災科技研究計劃嘗以坡地災害相關研究為重點，其中，有關坡地社區災害的簡易監測，預警通報與潛勢評估已有多年期計劃執行成果可供參考，相關子計劃重點為不同的監測方法、預警時間與空間、通報方式乃至資料庫的建置。本研究膺續前期整合型計劃之目標，將相關防災體系重點落實施行於區域型之不同坡地社區，藉此了解各項方法的應用差異與適用性，以驗證前期研究成果的可行性。由於計劃主持人所在地緣關係，本子計劃係以淡海地區之關渡大型坡地社區為例，深入探討研究目標，在社區中建立各項簡易監測法施程序並收集數據，同時評估其災害潛勢之可能性；另一方面，與其他子計劃案社區之執行成果交流，以了解坡地社區災害機制之異同和適用的各項方法。

## 1-2 研究架構與內容

山坡地建築住宅社區如果缺乏適當的安全管理維護，將可能導致災害的發生，基於防患未然的觀念，山坡地社區災害防治的方向，以社區自主安全管理為要，因此結合總計劃主持人響應之坡地防災科技研究規劃，分別就潛勢測定與評估方法、災害機制與對策、監測設備方法設置、預警與通報、資料庫建置、可靠度分析等子題進行研究。鑑於此，本子計劃選定淡海地區之大型坡地社區做為成果應用並驗證其可行性。各子計劃之執行分工如架構如圖 1 及圖 2 所示。本子計畫亦針對坡地社區災害防治和救災回報兩大主體方向進行更進一步研究分析，並與各子計畫分工合作，最終期許藉由健全之坡地防災、救



災體系的建立，以達準確、有效之防災檢視和快速、便捷之災害通報流程，使得坡地社區居民生活於安全且無恐懼之環境。

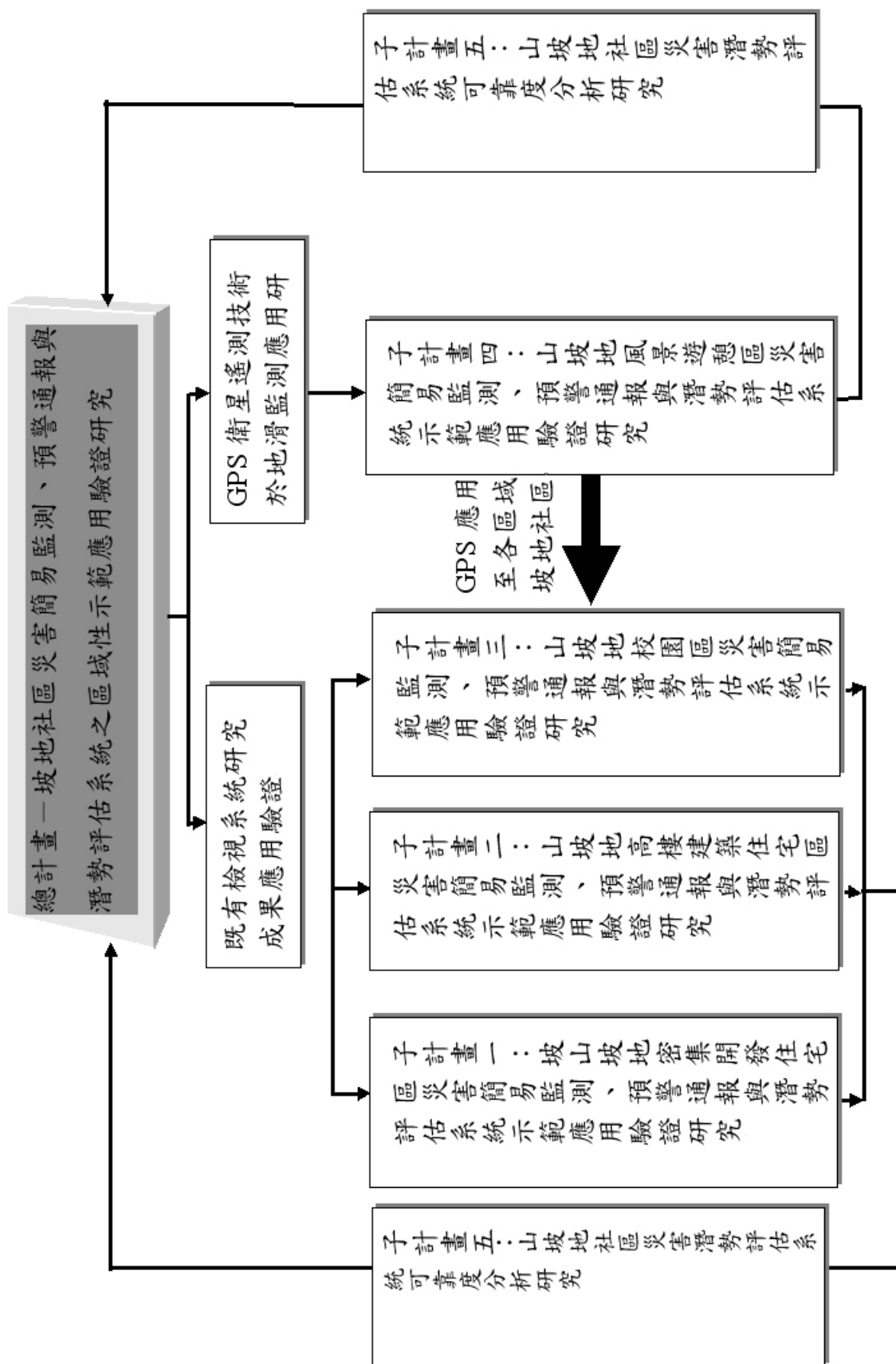


圖 1 整體分工架構圖(第一、二年期)

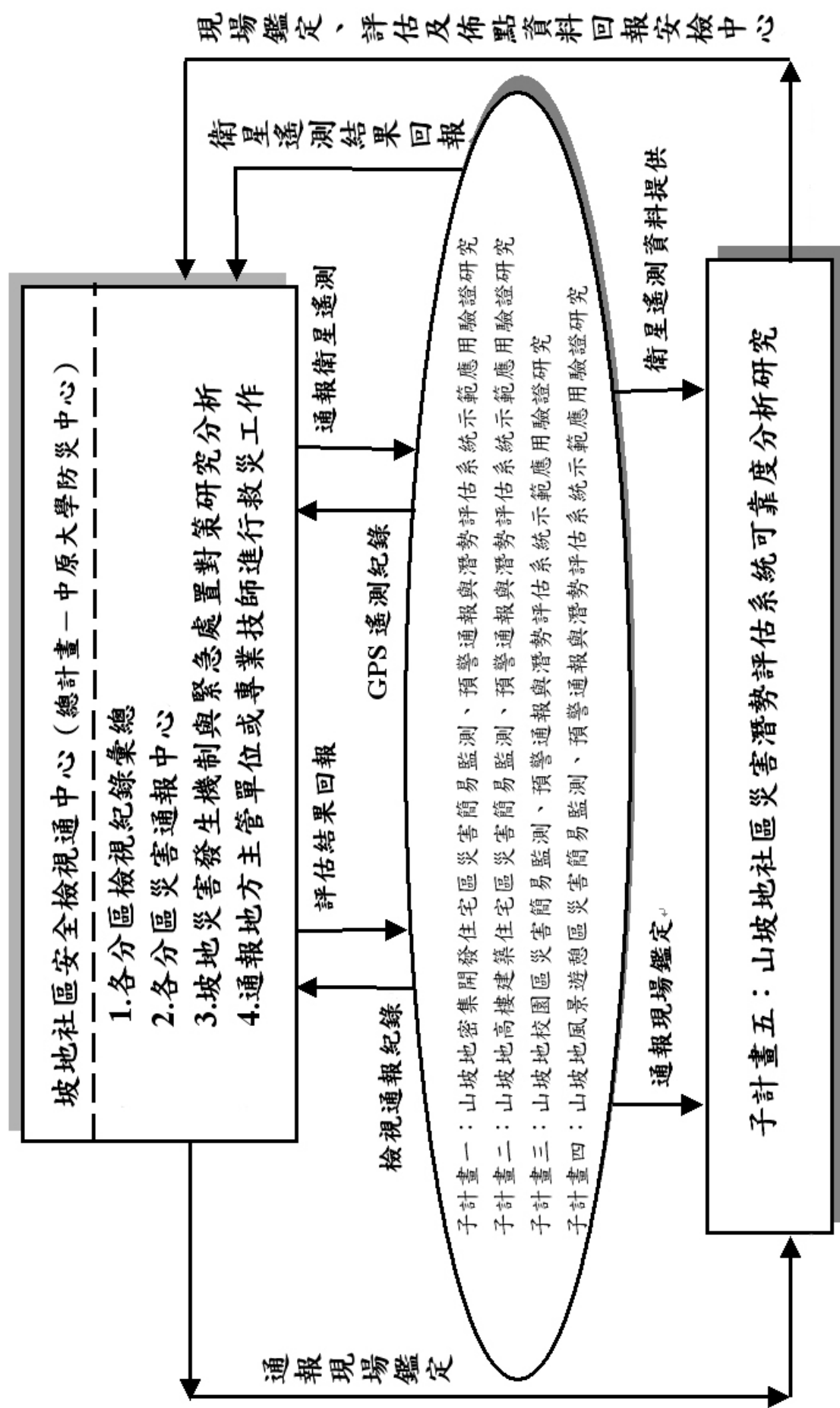


圖 2 整體分工架構圖(第三年期)

## 第二章 社區資料回顧

第一年期所調查研究之社區位於竹圍自強路 413 號，完工於民國 77 年，全社區計有 308 戶住宅。建物主體為連棟式地上 6 層(上、下戶各 3 層)、地下室一層(停車場)之集合住宅社區。社區東南側鄰接自強路，東北側和北端為陸軍後山營區基地，以高約 3~6 公尺的圍牆相隔(其中北側牆長約 110 公尺，東北側牆長約 80 公尺)。西側則為坡度大於 30% 之自然植被陡坡，俯視竹圍鎮並眺望觀音山，西南外側為公共設施保留地，採開放式空間設計，坡頂幅員較寬廣，坡度稍緩。西南區內側設置游泳池，長約 20 公尺。南端與關渡 XX 大廈相鄰，中間相隔一棟獨立民宅。

### 2-1 社區坡地安全回顧

社區總體情況尚佳。其中鄰接後山營區西北角擋土牆(高約 6 公尺，臨 417 巷 1 弄 28 號建物右側)於民國八十七年曾因營區排水設計不良而遭沖毀，導致該區積水盈尺，地表漫流並直接排入西側土坡，造成該區坡地坍塌，經軍方搶救填置砂包並鋪設防水布膜，已暫時趨穩定。由社區管委會與營區協調，委請台灣營建研究院進行該社區的地質鑽探調查及監測(全域計 22 孔，6 孔置於營區內，16 孔設於社區內，其中 10 孔為水壓計，2 孔為水位觀測，另 10 孔則為地層傾斜儀，除此外，另包括 20 處之傾度盤量測計)；另由研究院審核軍方委託顧問工程公司所設計之營區外排水工程方案、施工，以改善該區安全問題。根據台灣營建研究院之『後山營區水土保持及排水設施檢核暨新天母庭園社區坡地安全鑑定工作第一階段報告』，本社區之地層分佈可概略分為表層地質及岩盤地質兩部份，表層地質主要為回填土層及風化表土層；至於岩盤地質則為凝灰角礫岩、頁岩或砂岩夾層及泥質砂岩等三種岩性。社區全區地表廣佈厚度不均之回填層，較薄處少於 1.0 公尺，較厚者達 4.9~6.7 公尺。至於後山營區則大多沿原地形修成

若干台階整地回填、修坡或施作擋土設施以構築房舍，依鑽探資料顯示營區西側道路以西有較大的回填土方，其基地平面配置圖、排水系統圖及區域地質圖分別如圖 3 至圖 5 所示。

由社區管委會洽請軍方所規劃的後山營區 B 區連外排水渠道工程歷經多次會勘、簡報，已於 88 年 12 月由聯合大地工程顧問公司完成初步設計，並交由台灣營建研究院審理完畢，經管委會與軍方協調，該工程第一期工作範圍將以(1)營區 B 區連外排水渠道；(2)社區內外相關裸露邊坡整治；(3)倒塌圍牆重建；(4)西側填方區降挖以及(5)社區入口外圍自強路截水溝等項目為主。於 89 年度 2 月份辦理招標及發包，施工日程始於 3 月底，而將於 8 月完成第一期工程施工。第二期工程則以營區 A 區排水改善措施及排水盲溝等工程為主。該項工程將可有效地降低社區內鄰接營區處之地下水位，以改善部分民宅的潮濕、滲水問題。



圖 3 第一年期社區平面配置圖



圖 4 第一年期社區外圍排水系統圖

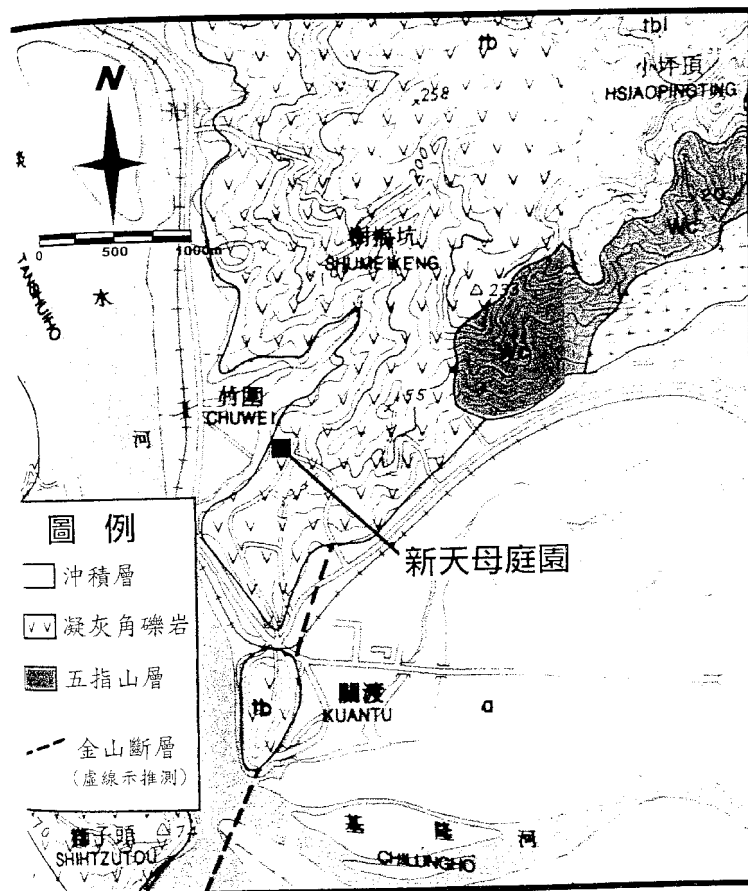
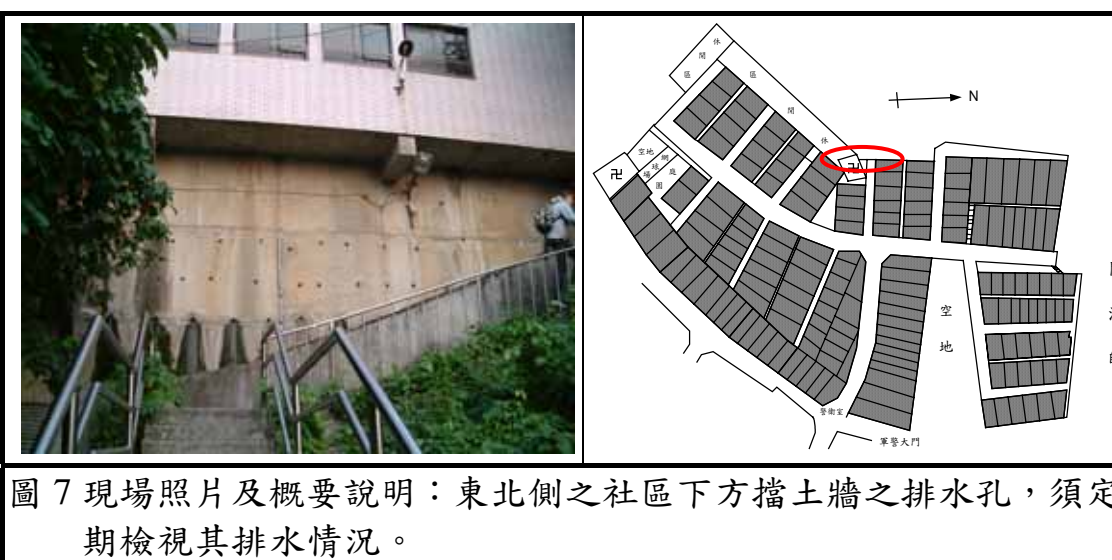
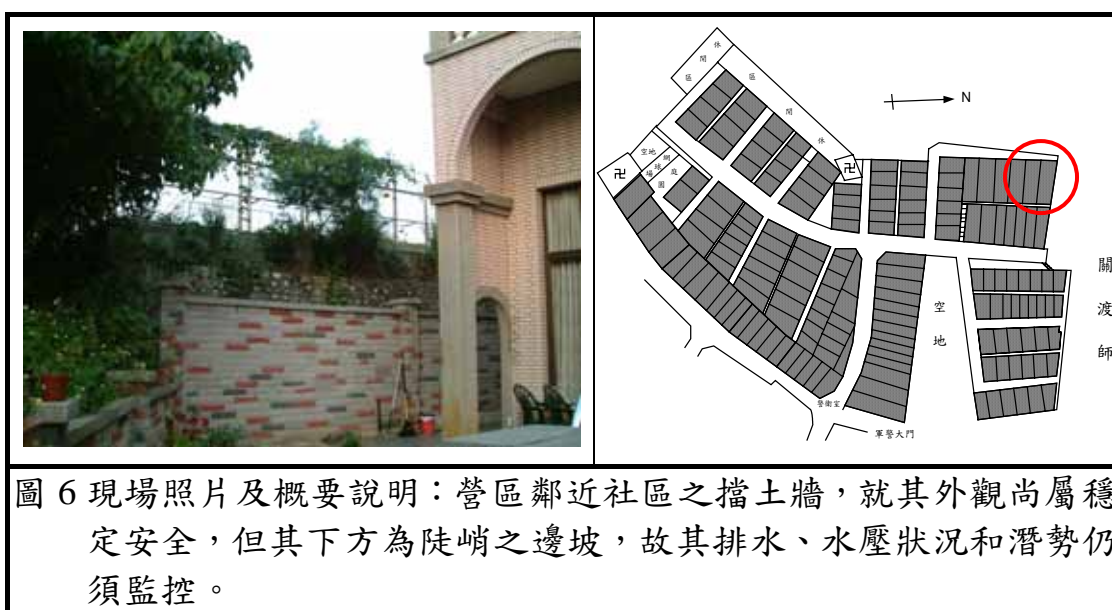


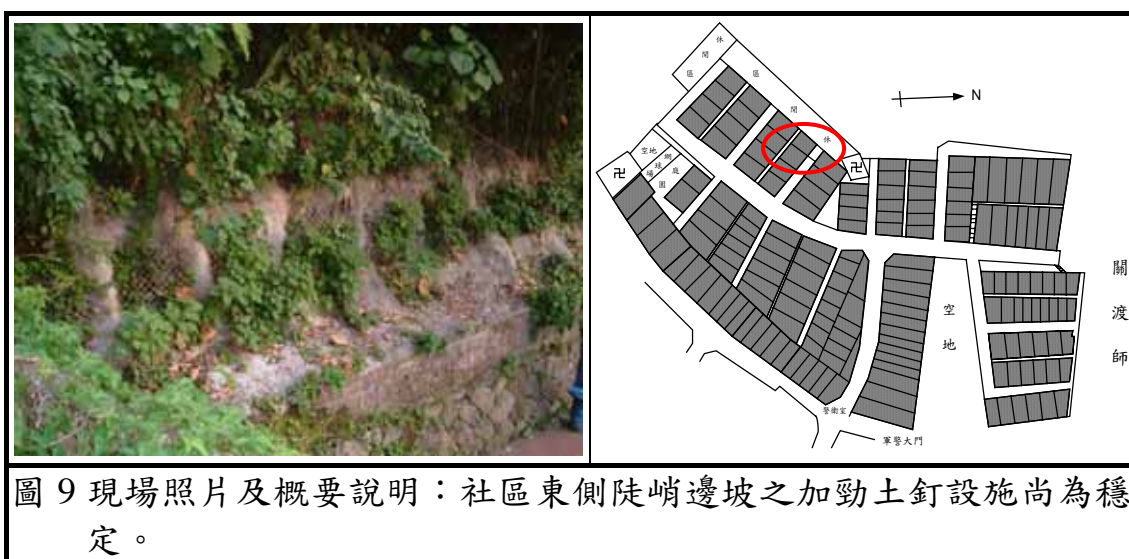
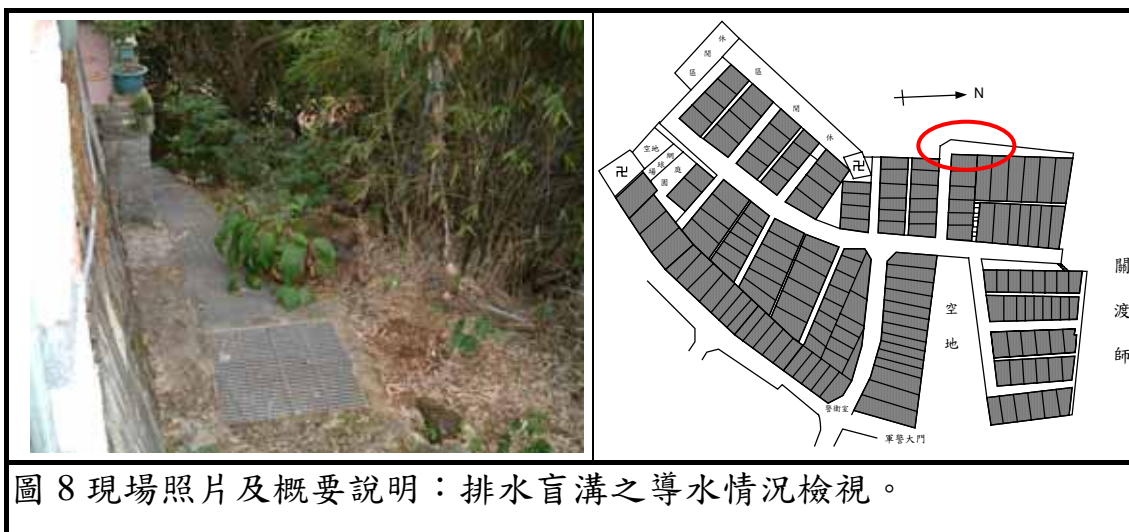
圖 5 第一年期社區區域地質圖

## 2-2 現地勘查記錄

本社區於歷史災變中雖已委託政府和民間相關機構辦理後續改善措施，並也於近期由坡地 A 級社區除名。但本研究實地勘察了解，該社區地勢特殊、地質條件不良，故於近年期仍有必要對其排水狀況和坡地潛勢變動進行監測且教導社區居民自我檢視概念以維護社區居民生命安全，近期現地勘察圖說如圖 6 至圖 9 所示。







為進階了解該坡地社區之安全，可就其不同工程特性及工程規模採用以下三種方法加以檢視，分別為：

#### 一． 目視檢查法

目視檢查係確保地地安全最基本且最常使用的方法，當邊坡或擋土牆已發生不安全狀況時，常會在地表或擋土設施發現若干徵兆，例如：地面出現連續性之張力裂縫、擋土牆地裂、地錨錨桿掉落等現象，故具經驗之工程師加以檢查，大多能提前預知，但仍可能有部分邊坡，因位移量較小或行為構造複雜藉由目視檢查仍無法發現。由於目



視方法簡單易行，故大都將目視檢查列為使用者自助檢查的主要項目，如果經由目視檢查發現異常現象時，為充分瞭解其正原因及行為，則有必要進一步調查或監測。

## 二．調查分析法

由於目視檢查法僅能就其表具觀地判斷，但邊坡潛在的危險因子或區域常常無法瞭解，故需調查山坡地之地質及地下水狀況，就不同基地之地質情況及地下水位條件繪製地質剖面圖，並參考實驗室試驗求得之地層參數 $C$ 、 $\phi$ 值進行邊坡穩定分析，以求得安全係數。此方法多用於新設邊坡或山坡地開發設計之用，當安全係數大於 1.0 時，表示邊坡或擋土設施安全，不致破壞。就地表排水系統而言，須進行水理分析檢討排水設施之排水容量是否足以宣洩暴雨所帶之逕流量，當排水系統之安全係數大於 1.0 時，亦表示地表排水設施係於安全狀態下，可發揮應有之功能。

## 三．儀器監測法

由於目視安全檢查法僅藉由表面徵兆判斷安全性，故具相當程度之侷限與不足，若於已出現危險徵兆或風險較高之坡地，必須由精密儀器加以監測，以期對於坡地安全的整體行為有充分的了解。由於現有的大地監測儀器之正確性及精度已甚高，故可充分監測地層之位移量或地下水位的變化，但如使何監測儀器充分發揮功能，周延的規劃、設計及執行甚為重要。

上述三種檢視法各有其優缺點如表 1，故為兼顧經濟、安全及時效，三種方法常混合使用或同時使用，以大型山坡住宅開發為例，為充分掌握其安全性，就風險性程度較高或已有不穩定徵兆發生之坡地，常將三種方法同時使用，但就風險性度較底之基地，往往僅採用目視檢視方法而已，故本研究於計畫執行初期以目視檢視，進行社區坡地巨觀行為安全評估，以便後續簡易監測佈點參考，其檢視評估

表，如附錄一所示。

表 1 坡地安全評估方法優缺點比較

方法	目視檢查法	調查分析法	儀器監測法
工作方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以目視現場勘記錄並加以研判</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●藉由地質調查及基本背景資料蒐集，決定地層狀況。水理分析及邊坡穩定分析加以評估分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●採用精密儀器對邊坡穩定直接監測</li> </ul>
適用時機	<ul style="list-style-type: none"> <li>●基地面積甚廣</li> <li>●初步踏勘檢查</li> <li>●山坡地社區居民初步自我檢視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●輔助目視檢視及儀器監測之不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●設置於危險性或風險性高的邊坡</li> <li>●安全要求標準較高的坡地</li> </ul>
優點	<ul style="list-style-type: none"> <li>●快速、經濟</li> <li>●可隨時檢視並加以保養維護</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●可深入瞭解不同個案潛在的危險因子</li> <li>●可充分瞭解邊坡安全性</li> <li>●提供監測儀器佈設之依據</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●可掌握地層或擋土設施實際之穩定狀況</li> </ul>
缺點	<ul style="list-style-type: none"> <li>●從坡地外觀無法掌握危險地區之危險因子</li> <li>●無法瞭解其安全性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●與時間有關之特性，如地下水流向之改變無法充分掌握</li> <li>●費用昂貴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●無法瞭解邊地之安全性</li> </ul>

### 第三章 研究設備與方法

非穩定之坡地系統，其所誘導之變化參數，不外乎是力學機制與物理量之改變，在力學機制方面計有位移、應力、水壓力、以及當應力大於強度所造成之裂縫等，在物理量方面計有滲流量、雨量、沖蝕量(或懸浮量)、以及含水量(或單位重)等。由於簡易監測是專注於經濟成本低廉，操作和設置簡易，以及充當第一線量化安全檢視為考量重點，因此對於深層位移、土壤(岩石)應力及水壓力之量測，這些涉及精密貴重量測元件，甚至是量測物理量在解析較次要的懸浮量等，都不在簡易監測之考慮執行項目內，總括而言，本研究之簡易監測設施，計有裂縫監測、表層變位監測等。然而，為使本計畫案更臻完備，配合總計畫引進簡易雷射監測設備，應用於坡地社區之災害安全監測與預警通報，以期輔助監測成效，茲將以上所述之簡易監測設施及量測原理分述如下：

#### 3-1 簡易監測設備

本研究於現場實做，所使用之簡易監測設施內容如表 2 所示：

表 2 簡易監測設施內容

量測項目	監測點之名稱	監測原理	使用儀器	精度
裂縫	地表 2-D 裂縫點	三邊測量計算裂縫座標	鋼尺	2mm
	2-D 裂縫點	三邊測量計算裂縫座標	數位游標尺	0.05mm
	1-D 裂縫點	直線測量	數位游標尺	0.01mm
	即時裂縫點	偏心位移量測	戴玻片	0.5mm
傾斜	垂直傾斜點	垂直角傾斜度	數位傾斜儀	0.1 度
	水平傾斜點	水平角傾斜度	數位傾斜儀	0.1 度
	即時傾斜點	偏心位移測量	壓克板與鉛垂	0.5mm

### (1) 2-D 裂縫點：

首先判別裂縫是否為結構裂縫，而非裝飾面之裂縫，在結構性裂縫的兩側打設 3 支鋼釘如圖 10 示，其中鋼釘#3 設於較易變位側(自由端)，鋼釘#1 與鋼釘#2 約略平行裂縫長軸，而 3 支鋼釘約呈等邊三角形，此三角形邊長不超過 12cm(游標尺之量測上限為 15cm)。選用 1.5 ~ 2.0 吋長之鋼釘，且釘身冠部是光滑圓筒形，將鋼釘植入結構體的深度須有 1.0 吋，以數位游標尺(直讀 0.01mm)先量測兩鋼釘間之內距，再量測兩鋼釘間之外距參考圖 10，則內距與外距之平均值就視為邊長，故  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  可量測得知，另使用數位游標尺量距時，應注意是否共平面(在台北縣山坡地社區安全服務團隊，安全檢視標準作業程序中，是建議以長 12cm × 寬 4cm × 厚 0.3cm 壓克力套版，套於欲量測之鋼釘組內，並將游標尺之尺柄部分平貼於壓克力套板上，來確保共平面精度)。若設鋼釘#1 之中心，為參考座標之原點，則鋼釘#3 之座標( $X, Y$ )，可依據餘弦定律表示如下：

$$Y = \frac{S_2^2 + S_3^2 - S_1^2}{2S_3} \quad (1)$$

$$X = \sqrt{S_2^2 - Y^2} \quad (2)$$

邊長  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  之定義如圖 11。當鋼釘#3 之參考初始座標被決定，則不同時期所量測之邊長  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  代入式(1)與(2)，則可計算得到鋼釘#3 之參考新座標，由參考新座標與參考初始座標之差，即可研判裂縫幾何變化。

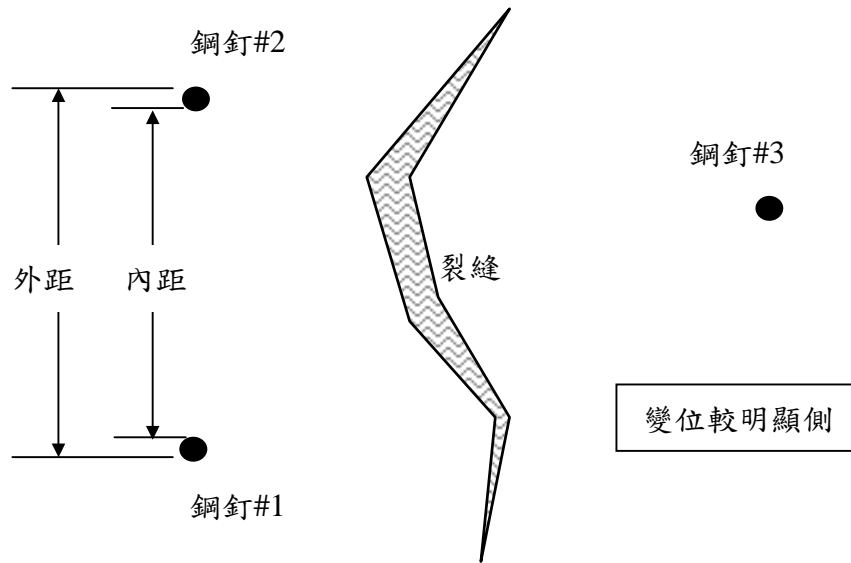


圖 10 2-D 裂縫點之標示

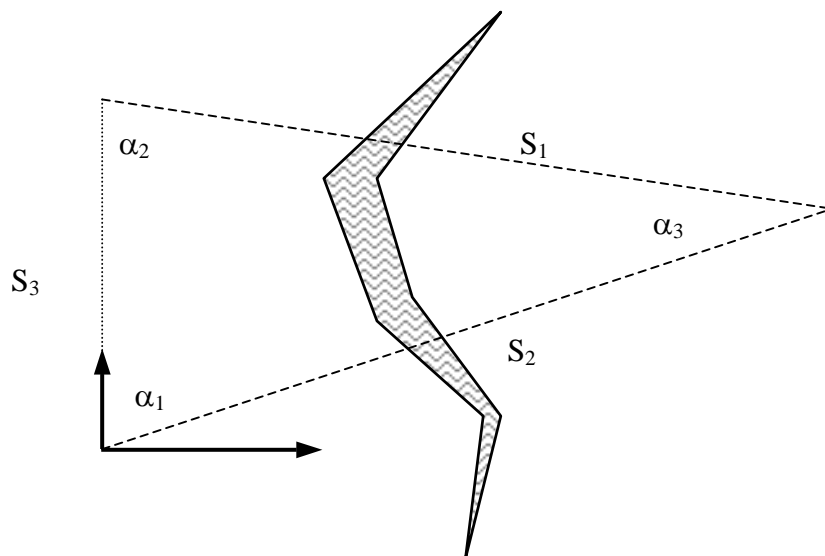


圖 11 2-D 裂縫點之符號定義

## (2) 1-D 裂縫點：

在結構性裂縫的兩側各打設 1 支鋼釘(或是粘著一片 L 型鋼材)，並直接量測兩鋼釘之間距，則不同時期所量測之間距差異，即是裂縫內寬變化。

### (3) 即時裂縫點：

針對結構性裂縫能即時顯示其內寬變化，設置方法是先製作兩塊壓克力板(7.5cm\*15cm)，底板粘上畫有方格(經緯間隔為 1mm)之玻璃紙，並將底板螺栓固定於裂縫一側，另將上板以螺栓固定於裂縫另一側，而且使得底板與上板平行貼近，之後在上板畫上十字線即完成裝設如圖 12。當任何時間觀察十字線偏離初始格線，即可直接讀取裂縫內寬變化值。



圖 12 即時裂縫點

### (4) 垂直傾斜點：

針對建築物、電線桿、擋土構造及噴凝土護坡等之垂直方向，進行垂直傾斜度之量測。量測位置應避開風化與鼓脹之粉刷面，且壁體表面至少須有 15cm 之平整處，首先就壁面與粘著磁磚如圖 13，以利數位式傾斜儀能緊密貼著壁面作業，俟後採用精度為 $0.1^{\circ}$ 之數位式傾斜儀進行量測如圖 14，當參考初始垂直度量得，則不同時期所量測之垂直度，經比較差異，即可研判垂直傾斜變化。

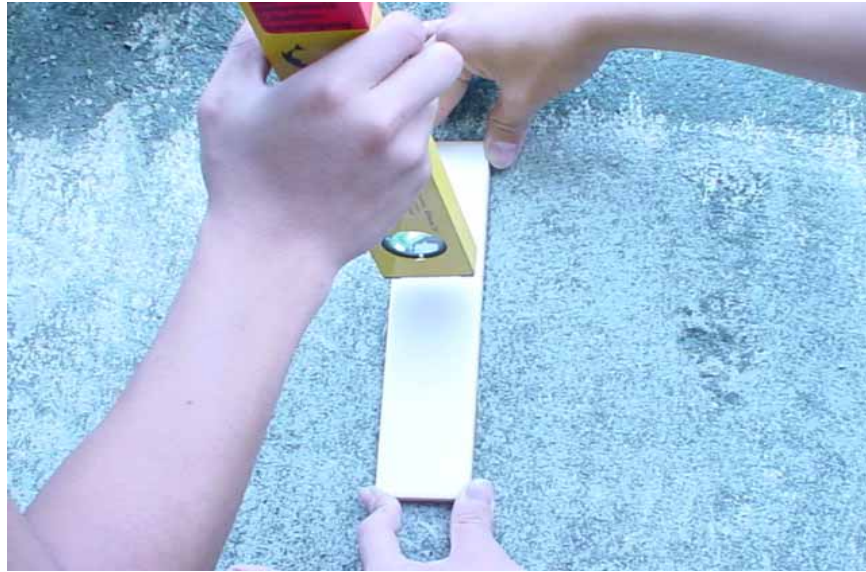


圖 13 垂直傾斜點之設置



圖 14 垂直傾斜點之量測

#### (5) 水平傾斜點：

除了針對建築物、電線桿、擋土構造及噴凝土護坡等之外，更可就地表與道路，來監測其水平傾斜度之變化。有關量測建築物、電線桿、擋土構造及噴凝土護坡之水平傾斜度，其量測作業方式同垂直傾斜點如圖 15。惟對於地表之傾斜量測，則須埋置 L 形(或 T 形)角鋼，如圖 16，其埋置方式同前述之張力裂縫點(但可容許角鋼非垂直埋



設)，俟後在 L 形(或 T 形)角鋼的冠部設置數位式傾斜儀，以量測傾斜角變化。當參考初始水平傾斜角度量得，則不同時期所量測之傾斜度，經比較差異，即可研判水平傾斜變化。



圖 15 水平傾斜點之量測

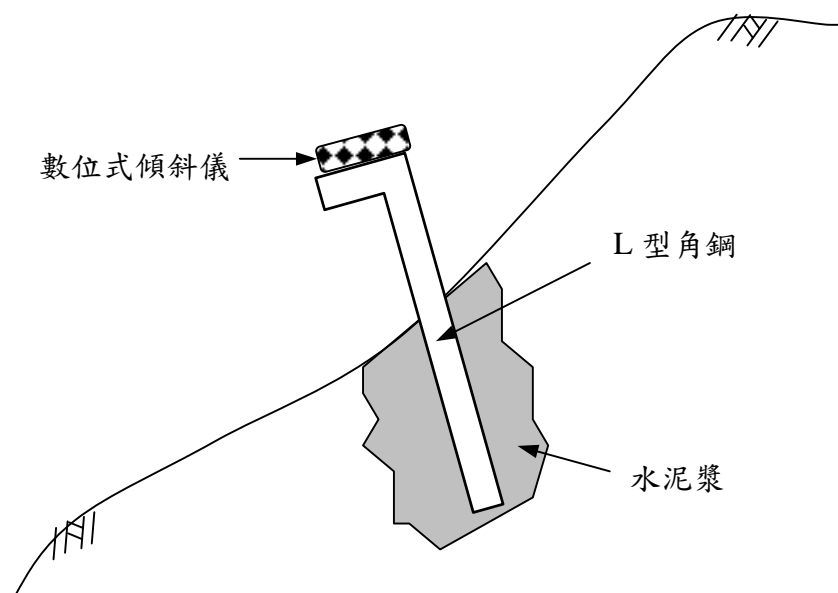


圖 16 地表傾斜點之設置示意



### 3-2 簡易雷射監測設備

該設備包含有雷射光源發射模組和光源接受模組，如圖 17 及圖 18。其監測原理即將坡地是否出現滑動或變位之現地狀況，轉換為雷射光轉折射至雷射光束接受器，透過雷射光束之接受狀況於必要時提出預警。例如：全部雷射光點皆正確射中接受器之接受範圍內，表示區域內並無變位滑動情況，若超過接受器之接受範圍，表示雷射光束於途中被遮蔽或偏移，即代表該處變位產生，啟動安全警示燈號或蜂鳴警報通知居民和監測單位，以達警示因應後續處置對策。雷射光束之投射光點，亦可事先透過坡地之滑動潛勢分析與工程判斷建立坡地安全評分之準則，以具體量化社區災害警示，且該儀具具有 24 小時全天候監控之優點。由於該設備之製造商僅提供雷射光源發射和接受模組，故於儀器之架設因各子計畫之執行區域差異各有所不同，然而為克服其架設和防護等問題，本子計畫亦設計架設輔助支架，如附錄二，以防護設施避免其因天候及其他外在環境影響。為落實各子計畫以達計畫間之協助交流本研究亦將此設計構想分享予各子計畫，以期總體成果更加完善。



圖 17 雷射光源發射模組



圖 18 雷射光源接受模組

### 3-3 簡易監測網建立

依本研究之現場視訪及管理委員會、居民之配合和認同，檢視點佈置的考量主要關注於歷史災變場址及較易發生危害區域。其區域包含有：

- (1) 與營區連接之擋土牆及民宅之結構外牆；
- (2) 寺廟下方坡地與網球場旁邊之坡地；
- (3) 公共設施區之擋土壁與植生；
- (4) 一般民宅之道路階梯與結構外牆。

由全社區簡易監測點位之評估和佈設作業，共佈設即時裂縫點(⊗)和傾斜點(◇)各 8 個；雷射監測點(✱)4 個，佈置點位如圖 19，而圖 20 及圖 21 為其現場施作圖示。

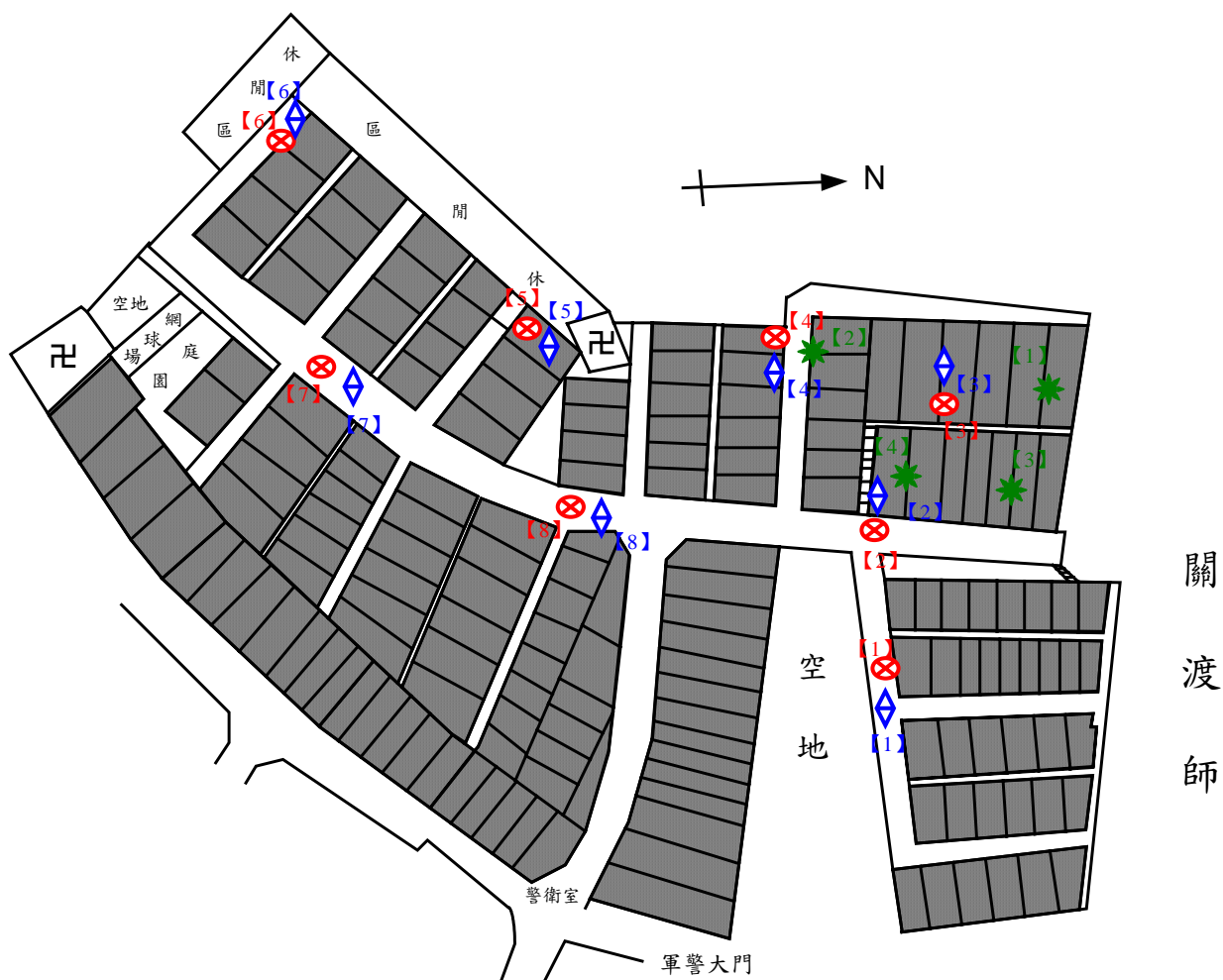


圖 19 第一年期社區簡易監測點位佈置示意圖



圖 20 即時裂縫點和傾斜點位佈置施作圖

【雷射接受模組】



【雷射發射模組】



圖 21 雷射監測點位佈置施作圖

### 3-4 監測檢視作業規劃

該社區監測檢視網建立後，以 1~2 週的監測頻率定期進駐社區觀察社區坡地的潛在變化與危險，其觀測記錄表，如附錄三。由於本社區擋土牆曾因營區排水設計不良而遭沖毀，因此本計劃於檢視作業期間將此區域列為重點監測區域。由計劃初期延至結束共進行 21 次之例行檢測，監測數據資料判讀與關聯性將於第四章說明。

## 第四章 監測成果整理

本工作團隊從縣府工務局和相關技師報告蒐集該社區之基本資料，含基地地質圖、施工建築圖、使用執照、歷史災變訊息和處置對策等，且完成初步之坡地安全檢視評估(排水、地質和破壞潛勢調查)。依計畫案之執行排程，如期向社區管理委員會召開工作說明會，說明本案之執行目的和施作細節，且對社區居民所提疑問和憂心問題進行答覆和協助克服，會議記錄、縣府及相關單位公文函如附錄四。故本章將說明測讀數據檢視並收納社區居民意見及建構社區危險檢視網頁以教育社區居民自主檢視管理。

### 4-1 簡易監測數據檢視

本研究於計劃執行期間已對該社區進行 25 次現場作業，前 4 次作業共完成包括資料收集、初步檢視、檢視作業區劃分、例行檢視作業規劃、量測儀器裝設及工作說明會召開等各項工作。另 21 次作業為例行性檢視作業，除了針對完成裝設之儀器進行檢視之外，同時亦依照檢視作業區以及檢視對象之分佈進行檢視作業。由測讀作業獲得之數據，均顯示該社區現況穩定，並無潛在性位移存在。包括裂縫計以及簡易傾度盤在內的所有測讀數據，均未出現明顯的傾向變化(詳見圖 22 至圖 37)。由儀器之精確度且量測作業(手動監測)，故可推論除少部分為坡地潛勢變化外，其他讀數的變化應為人員操作量測誤差造成，而非全部由現地結構之位移所影響。

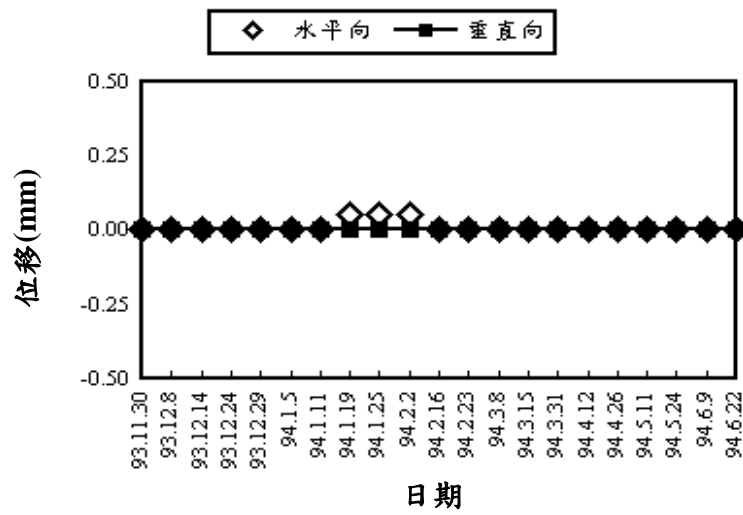


圖 22 1 號監測點之裂縫計量測值

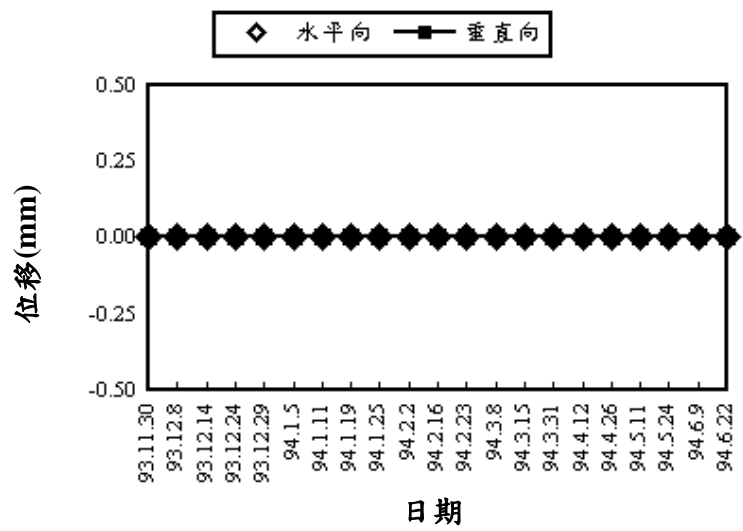


圖 23 2 號監測點之裂縫計量測值

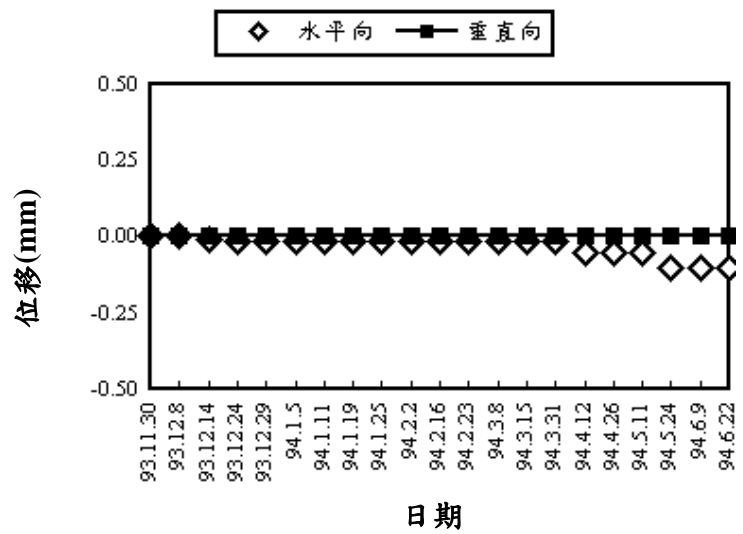


圖 24 3 號監測點之裂縫計量測值

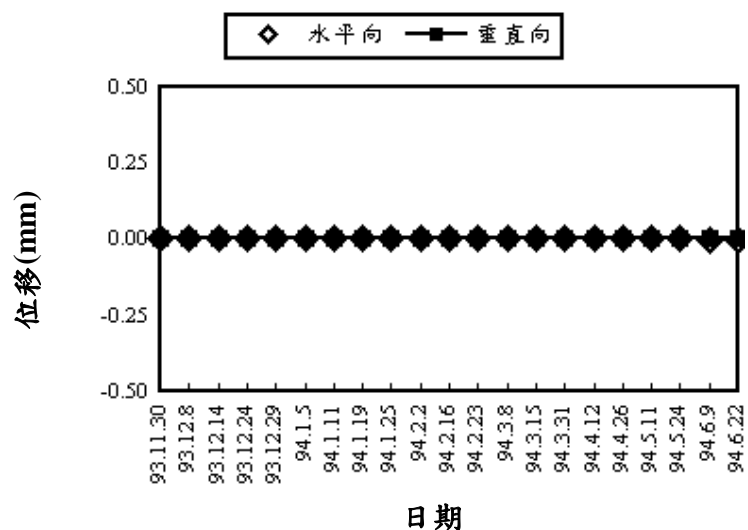


圖 25 4 號監測點之裂縫計量測值

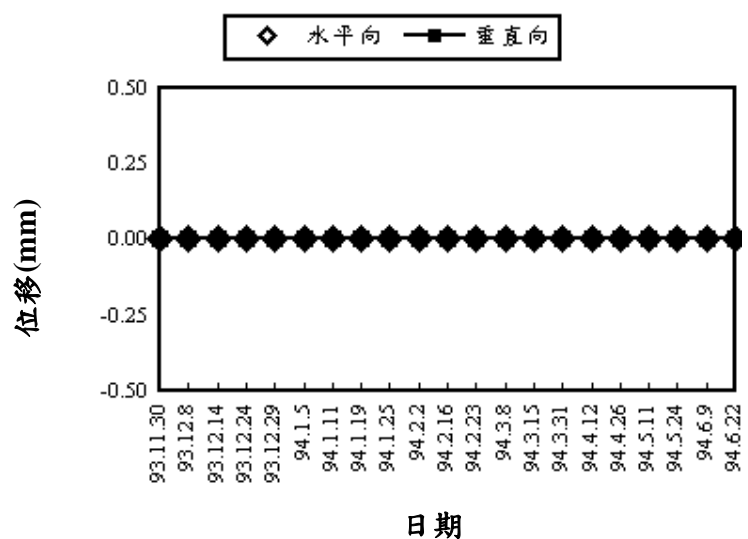


圖 26 5 號監測點之裂縫計量測值

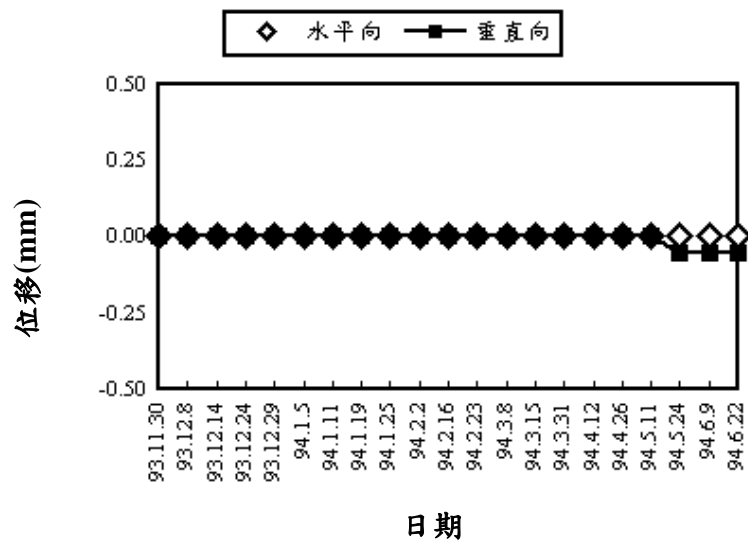


圖 27 6 號監測點之裂縫計量測值

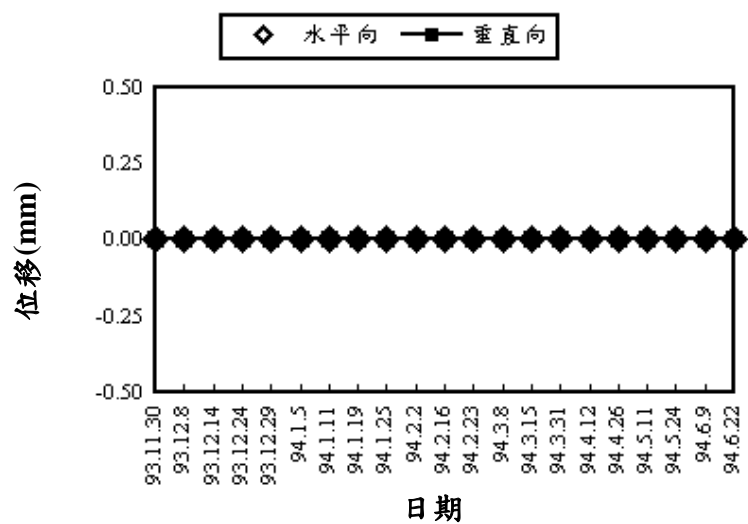


圖 28 7 號監測點之裂縫計量測值

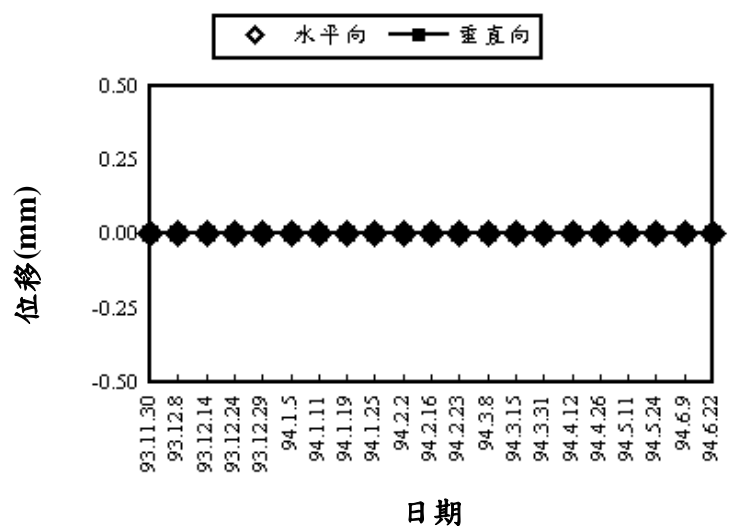


圖 29 8 號監測點之裂縫計量測值

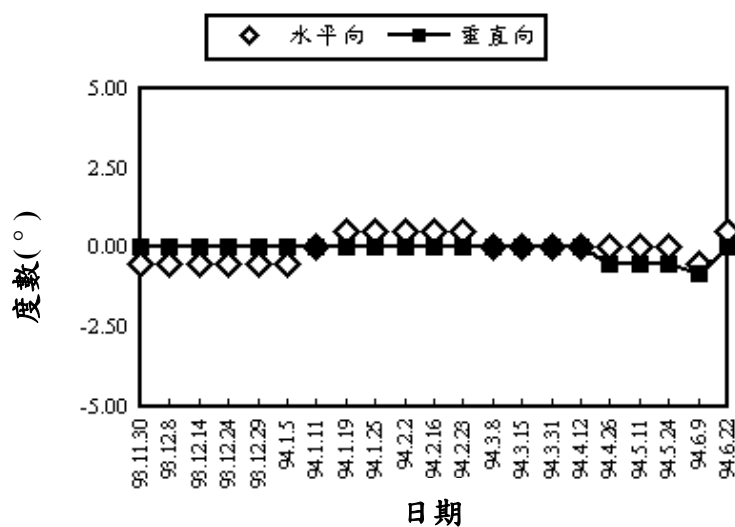


圖 30 1 號監測點之傾度盤量測值



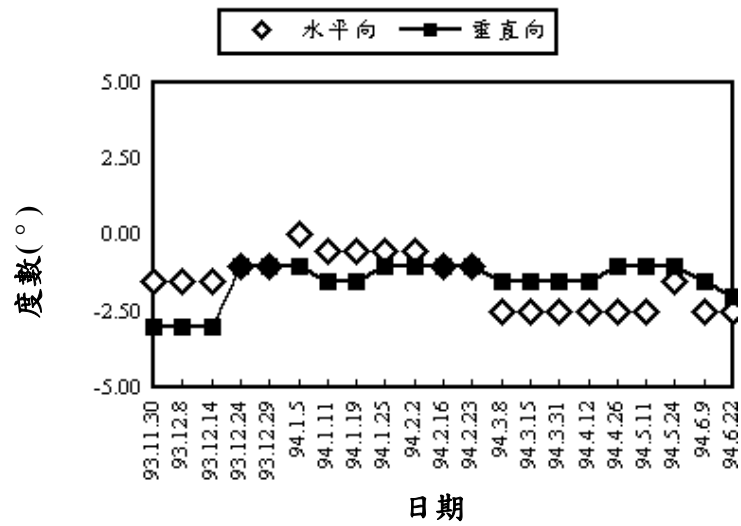


圖 31 2 號監測點之傾度盤量測值

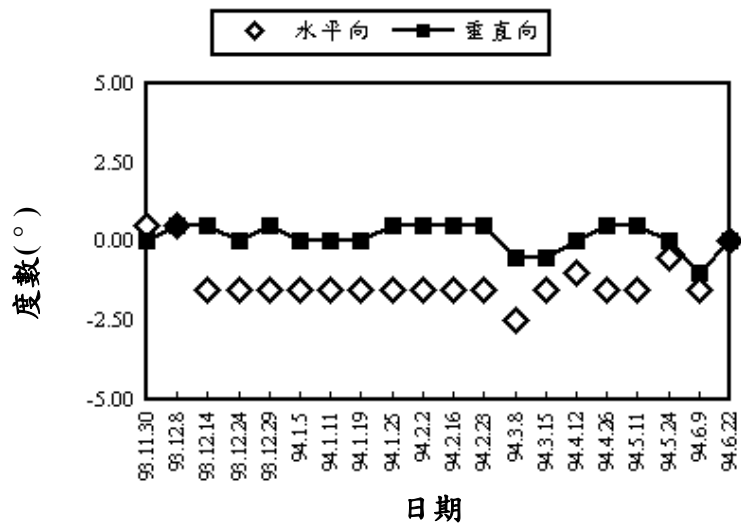


圖 32 3 號監測點之傾度盤量測值

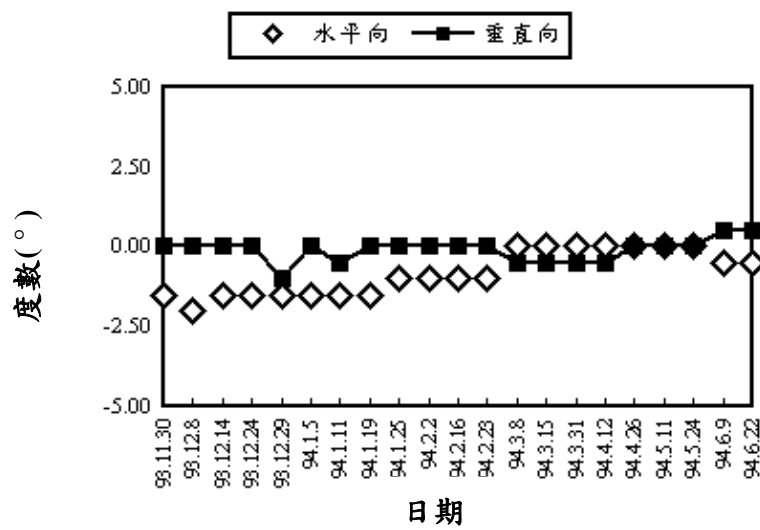


圖 33 4 號監測點之傾度盤量測值

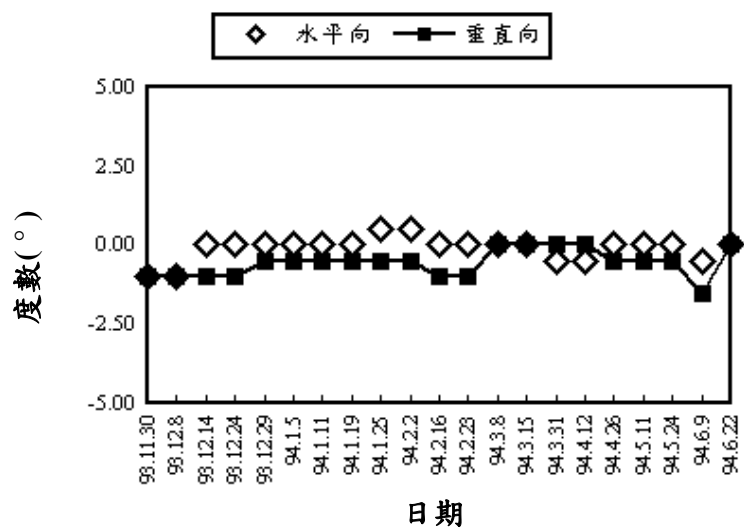


圖 34.5 號監測點之傾度盤量測值

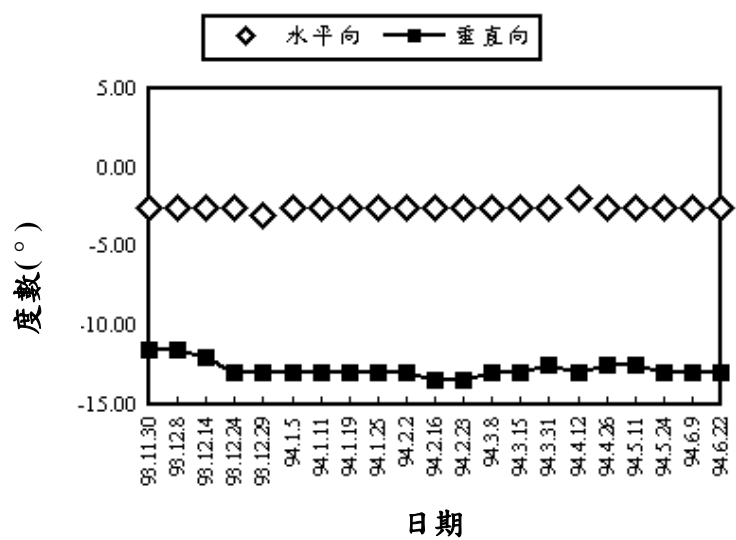


圖 35.6 號監測點之傾度盤量測值

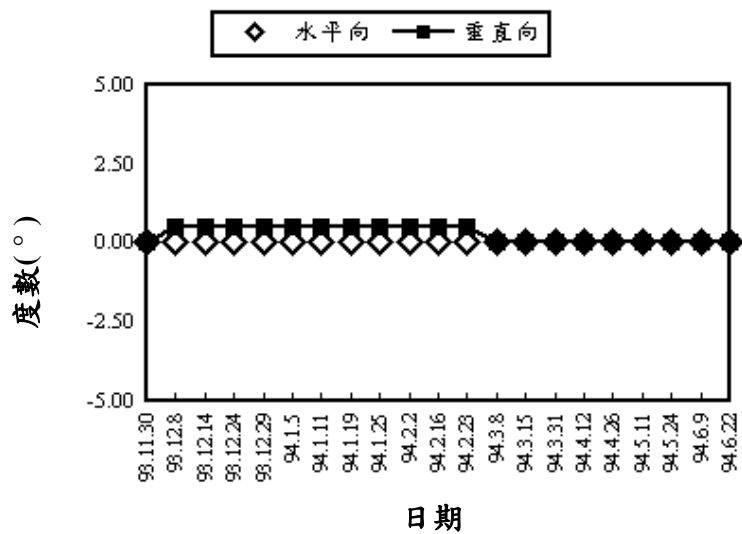


圖 36.7 號監測點之傾度盤量測值

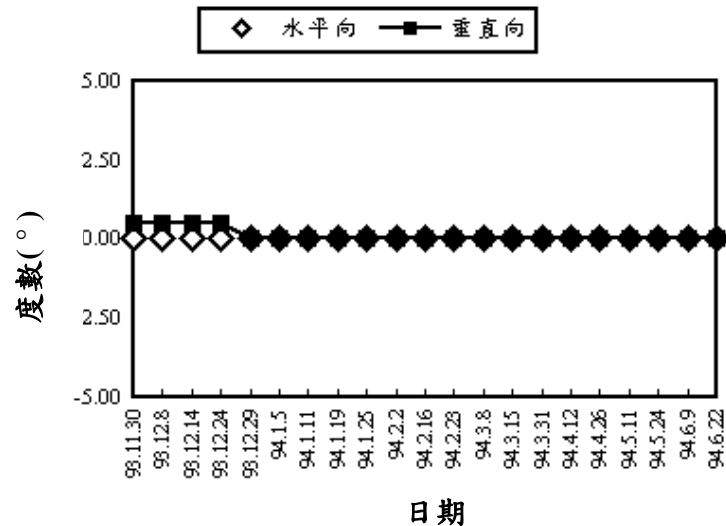


圖 37 8 號監測點之傾度盤量測值

## 4-2 簡易雷射監測檢視

由簡易雷射監測原理知坡地出現滑動或變位之現地狀況，發射光源模組之雷射光轉折射至雷射光束接受器，透過雷射光束之接受狀況於必要時提出預警。為輔助現地簡易儀器之監測成效，本研究於例行之檢視作業時亦觀察其光源接受狀況，並與檢視數據比對，以確保監測區域之安全性。然而，於例行檢視中，仍有接受光源偏移現象並提出警訊，經現地勘察發現均為監測儀器本身之缺點造成非坡地潛勢所造成之危險訊息。綜合歸納其警訊乃因以下數點所造成：

- (1) 電池供電量不足。為達監測之成效，經社區住戶協助已改為直接供電，以改善此問題。
- (2) 地震致使接受模組或發射模組鬆脫。
- (3) 接受模組之警訊燈號壞損。

## 4-3 自主檢視網頁建置

依定期進駐社區勘察環境變化和進行週期性之量測結果，將數據建檔以建立網路資料庫，如圖 38 和圖 39，以便監測數據點之管理保存，並藉設置啟發社區自我檢視和自我管理機制。檢視網頁之主要功能有：(1)社區概況；(2)監測儀器；(3)監測網範圍和(4)狀況回報(連絡

我們)。詳細可見網址：<http://163.13.138.136/slope/>。

希冀藉由此網頁之建置使社區民眾了解社區各監測位置之潛勢變化情況，並教育居民於移交後具備自我更新監測數據和建檔之能力，以期監測作業能夠持續運行並達自主檢視和管理。



圖 38 網路資料庫首頁



圖 39 網路資料庫之功能頁面圖

## 第五章 結論與建議

本計劃自安全檢視作業開始，已與居民進行過數次座談與溝通，除了對本計劃之執行內容與時程、計劃精神以及加以宣導外，同時深入了解社區居民之問題，對居民提出之安全疑問進行解答，並且於座談會中宣導正確之坡地安全觀念，茲將執行所得之結論與建議分述如下：

1. 由長期之監測數據與簡易雷射監測系統比對，本社區之坡地狀況無潛勢破壞危險。
2. 經由本計劃之執行，提高居民關心坡地安全之警覺，並透過簡易之方法達主檢視能力。
3. 為迎接電子化之普遍性與方便性，將監測資料建立網路資料庫有其必要性，並可由網頁直接得知各監測點位之潛勢變化。
4. 該社區於監測期間已由坡地危險社區除名，以印證本計劃之監測結果。
5. 欲啟發坡地居民之防災、避災觀念，此類計劃之執行有其必要性。
6. 計劃期間各子計劃之溝通交流，助於執行困難克服，並可分享不同坡地型態之監測心得。

## 參考文獻：

1. 吳朝賢、祝錫智、張德文、楊長義、洪勇善，“台北縣山坡地社區安全服務期末報告”，淡江大學，民國九十年。
2. 張達德，“台北縣山坡地社區安全服務期末報告”，中原大學，民國九十年。
3. 張達德，“山坡地防災安全社區示範計劃”，內政部建築研究所，台北，民國九十年。
4. 張達德，“台灣山坡地社區自主性安全檢視與坡地社區自主檢視申報管理辦法研究”，內政部建築研究所，台北，民國九十年。
5. 張達德，“坡地社區災害潛勢劃定與評定方法研究”，中原大學，民國九十年。
6. 鄭魁香，“社區邊坡資料庫建置計劃”，高苑技術學院，民國九十年。
7. 趙汝仁，“坡地破壞可靠度分析模式建立”，高苑技術學院，民國九十年。
8. 蘇世豐，“坡地社區簡易監測檢視設備方法與設置地點之研究”，東南技術學院，民國九十年。
9. 謝宗榮，“山坡地社區災害警示評估與通報回應系統之研究”，中華技術學院，民國九十年。

# 附錄一

## 坡地高樓住宅簡易安全檢視表

檢視時間	93 年 8 月 15 日，下午：2 時	天氣： <input type="checkbox"/> 晴 <input checked="" type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨 <input type="checkbox"/> 其他
檢視時機	<input type="checkbox"/> 例行定期檢視	<input checked="" type="checkbox"/> 特別檢視 <input type="checkbox"/> 暴雨 <input type="checkbox"/> 颱風 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 中央特別規定
檢視人員：張德文、鄭世豪、梁尹齡		

## 甲、基本資料

社區名稱	第一年期社區	管理委員會成立	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
座落地點	台北縣淡水鎮自強路 413 號		
聯絡地址	台北縣淡水鎮自強路 413 號		
聯絡人	聯絡電話	(02)28098453	聯絡傳真
檢視區域	1. <input checked="" type="checkbox"/> 全區 2.分區（分區名稱：）		
備註	本檢視表可依分區個別檢視。		

## 乙、檢視項目

### 一、基地環境檢視

	檢視項目					
1-1	依簡易檢視結果之環境危困評估：	<input checked="" type="checkbox"/> 徵兆輕微 <input type="checkbox"/> 徵兆中等 <input type="checkbox"/> 徵兆嚴重 <input type="checkbox"/> 存疑				
1-2	附近環境水系檢視：	<input type="checkbox"/> 有攔砂壩 <input type="checkbox"/> 有湖泊 <input checked="" type="checkbox"/> 新開發基地曾有湧水紀錄 <input type="checkbox"/> 河道暴雨水位接近基地低窪處 <input type="checkbox"/> 有彎曲河道 <input type="checkbox"/> 堤防高度接近基地低窪處 <input type="checkbox"/> 有河川引水路或排放口 <input type="checkbox"/> 有湧泉地				
備註						
檢視結果		輕微	中等	嚴重	存疑	分區編號
環境檢視危困潛勢綜合評估		√				



## 二、建築物檢視

	檢視項目					
2-1	建築物破壞徵兆	<input checked="" type="checkbox"/> 徵兆輕微 <input type="checkbox"/> 徵兆中等 <input type="checkbox"/> 徵兆嚴重 <input type="checkbox"/> 崩塌				
2-2	建築物最大傾斜量(暫無問題)	棟別： <input type="checkbox"/> 傾斜量：____ 棟別： <input type="checkbox"/> 傾斜量：____ 棟別： <input type="checkbox"/> 傾斜量：____				
2-3	建築物最大差異沉陷量(暫無問題)	棟別： <input type="checkbox"/> 傾斜量：____ 棟別： <input type="checkbox"/> 傾斜量：____ 棟別： <input type="checkbox"/> 傾斜量：____				
備註						
檢視結果		輕微	中等	嚴重	存疑	分區編號
建築物破壞綜合評估		✓				

## 三、山坡地及擋土設施檢視

3-1	擋土設施種類檢視	<input type="checkbox"/> 三明治重力式 <input checked="" type="checkbox"/> 漿砌卵石 <input type="checkbox"/> 混凝土懸臂式 <input type="checkbox"/> 混凝土排格 <input type="checkbox"/> 蛇籠 <input type="checkbox"/> 箱型網籠 <input type="checkbox"/> 加勁式 <input type="checkbox"/> 格花口板格式 <input type="checkbox"/> 錨定式 <input type="checkbox"/> 全面噴漿 <input type="checkbox"/> 其他				
3-2	擋土設施規模檢視	總長度約_15_M，最大高度約_30_M				
3-3	擋土設施排水孔檢視	孔徑_10_cm；最疏處約_1_M <sup>2</sup> -孔 最密處約_3_M <sup>2</sup> -孔				
3-4	擋土設施破壞檢視	<input type="checkbox"/> 傾斜 <input type="checkbox"/> 牆面突出 <input type="checkbox"/> 鋼筋露出 <input type="checkbox"/> 鋼材鏽蝕 <input type="checkbox"/> 錨頭脫落 <input type="checkbox"/> 鋼鍵突出 <input type="checkbox"/> 加勁條破損 <input type="checkbox"/> 混凝土剝落 <input checked="" type="checkbox"/> 龜裂 <input type="checkbox"/> 排水不良 <input type="checkbox"/> 其他				
檢視結果		輕微	中等	嚴重	存疑	分區編號
擋土設施破壞綜合評估		✓				
3-5	坡面檢視	<input type="checkbox"/> 落石 <input type="checkbox"/> 滲水 <input type="checkbox"/> 沖刷 <input type="checkbox"/> 裸露落石 <input type="checkbox"/> 潛移 <input checked="" type="checkbox"/> 滑動坡底未有加強工程 <input type="checkbox"/> 泥流 <input type="checkbox"/> 植被不良 <input type="checkbox"/> 坡頂裂縫 <input type="checkbox"/> 坡趾隆起 <input type="checkbox"/> 土石流 <input type="checkbox"/> 湧水 <input type="checkbox"/> 順向坡 <input type="checkbox"/> 逆向坡	✓			
3-6	沖蝕檢視	<input type="checkbox"/> 上游沖蝕 <input checked="" type="checkbox"/> 社區排水系統不當所致	✓			

3-7	排水檢視	■截水溝■橫向排水■縱向排水■消能設施□沉砂設施	✓				
3-8	植生檢視	□樹類□草類□藤類■綜合	✓				
3-9	坡面補強檢視	■砌石□蛇籠■簡易擋土構造	✓				
3-10	邊坡破壞檢視 (暫無問題)	□平面滑移破壞□楔行破壞 □圓弧破壞□翻覆型破壞	✓				
3-11	岩層弱面檢視	□順向坡□逆向坡□側向坡 ■斷層□其他	✓				
備註							
檢視結果			輕微	中等	嚴重	存疑	分區編號
山坡地破壞綜合評估			✓				

#### 四、工程地質及設施資料檢視

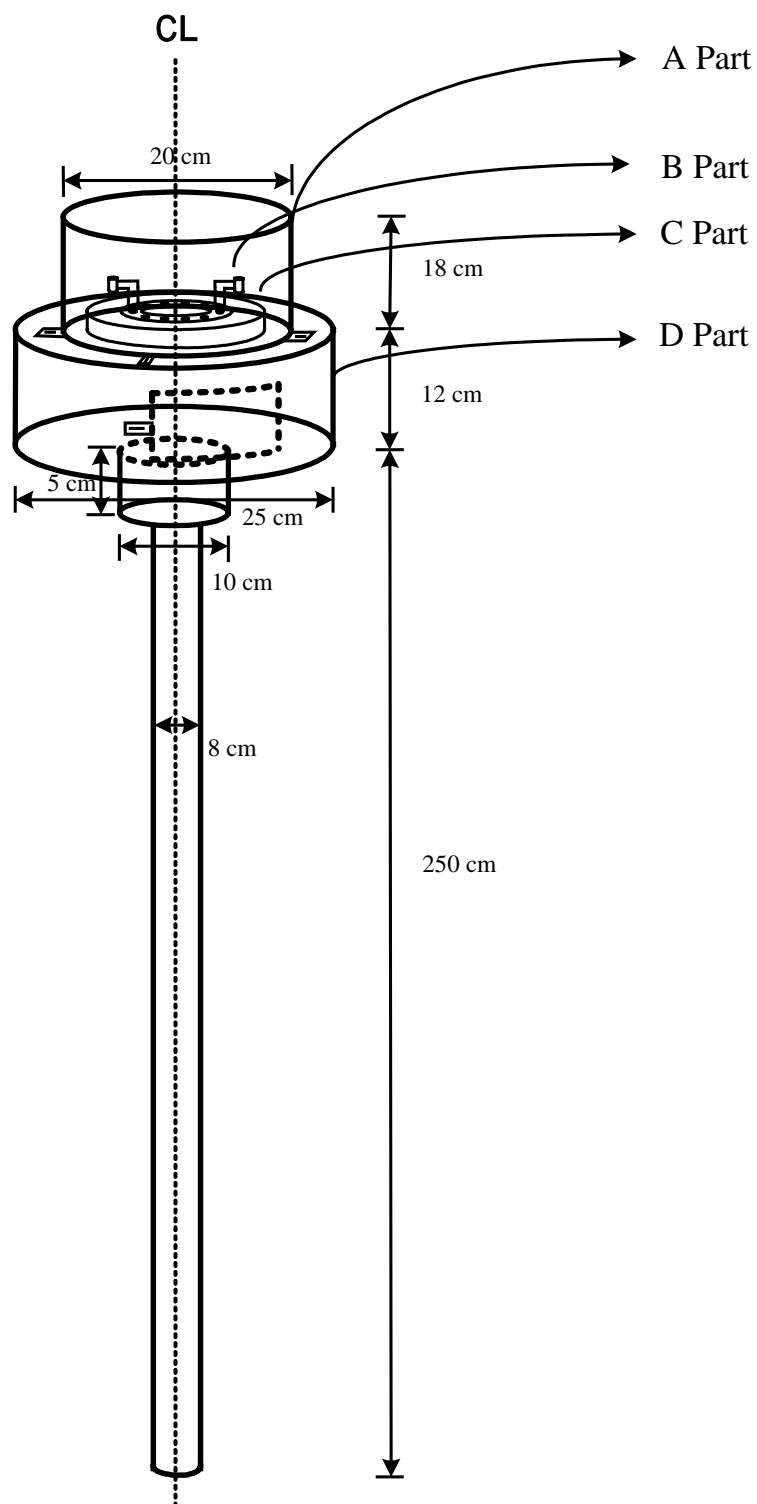
	檢視項目						
4-1	資料檢視	■原設計竣工地形圖□航照圖■全區建築及道路配置圖□滯洪設施及分析□沉砂設施及分析□基地環境分析□基地地形分析□排水系統分析■量測現況地形圖■環境水系圖□邊坡穩定分析□擋土構造物分析					
備註							
檢視結果			無	劣	可	優	分區編號
建築物破壞綜合評估					✓		

#### 五、其他檢視

檢視項目									
說明	社區西北側下方工地正處整地施工階段，居民反應其對社區安全恐造成影響，本計畫案主持人及相關工作人員現地勘察了解施工概況和相關問題。								
檢視結果					輕微	中等	嚴重	存疑	分區編號
其他破壞綜合評估								✓	

## 附錄二

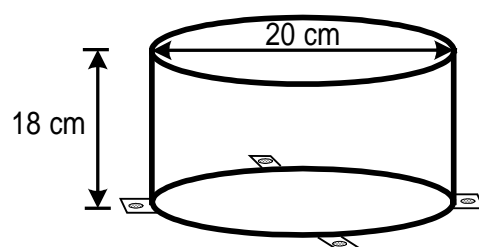
### 簡易雷射監測輔助支架設計



雷射監測儀器架設輔助支具圖示

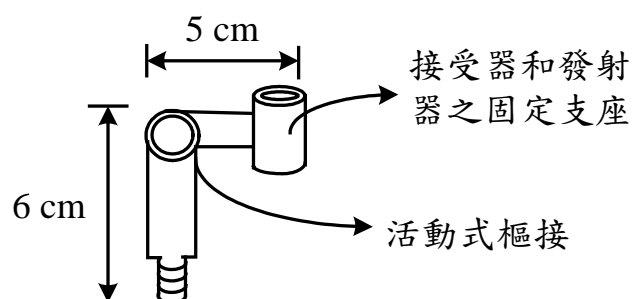
細部說明：

A Part：高透光之壓克力遮蓋罩，其材料組成為透光性佳之壓克力板，且蓋緣下方裝有塑膠防水條以防止水分侵入。邊緣以四個螺絲固定於 B Part 上方。



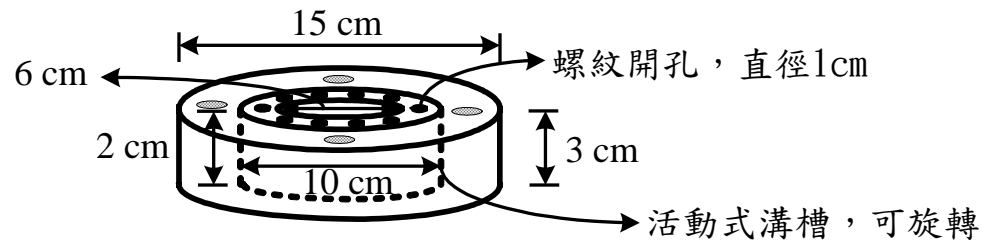
A Part：壓克力遮蓋罩圖示

B Part：接受器和發射器之固定支架，中間連接部分可為活動式之樞接結構，以利接受器和發射器上、下方位的調整，以螺紋桿直接固定於 C Part 上。



B Part：接受器和發射器之固定支架圖示

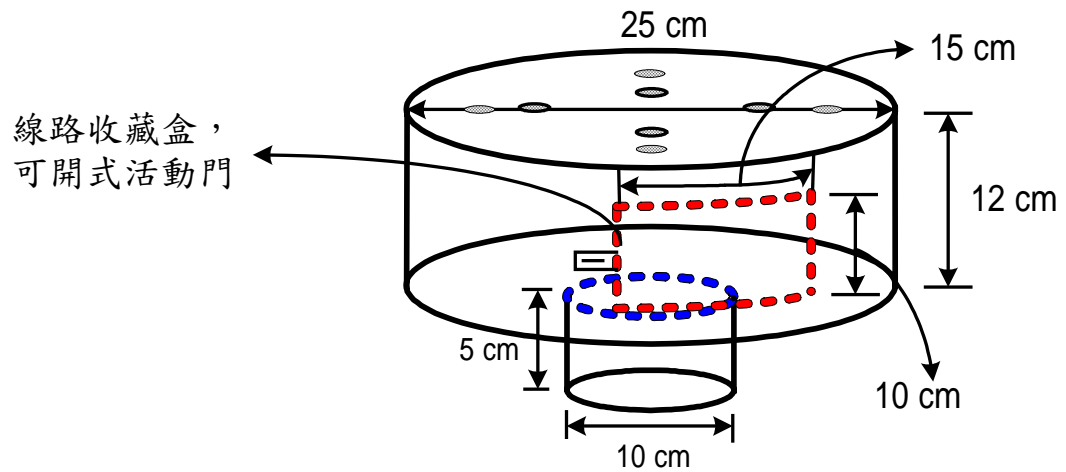
C Part：接受器和發射器固定支架之固定盤，其可分解為內、外雙層之中空環型薄板，內環型薄板上鑽有 10 個開孔以利接受器和發射器固定支架安裝於各方位且內、外間可自由轉動，以底座之四個螺紋固定於 D Part。



C Part：接受器和發射器固定支架之固定盤  
(拆解成內外雙層之薄環，內環可活動旋轉)

D Part：250cm 長之鋼(鐵)管上方固定一圓筒形線路集合箱，以利線路之集

合及防水收藏。



D Part：圓筒形線路集合箱

### 附錄三

### 簡易監測記錄表

簡易監測記錄表

淡江 大學

社區簡易監測點記錄表

紀錄日期	1		2		3		4		5	
	93/11/30		93/12/8		93/12/14		93/12/24		93/12/29	
傾度計量測數據(單位：度)(順時針方向為”+”；逆時針方向為”-“)										
	水平向	垂直向	水平向	垂直向	水平向	垂直向	水平向	垂直向	水平向	垂直向
SC-01										
SC-02										
SC-03										
SC-04										
SC-05										
SC-06										
SC-07										
SC-08										
裂縫計量測數據(單位：mm)										
FG-01										
FG-02										
FG-03										
FG-04										
FG-05										
FG-06										
FG-07										
FG-08										

	姓名	連絡電話
測讀者	梁尹齡	



簡易雷射監測記錄表

淡江大學

社區雷射監測點記錄表

紀錄 日期	1		2		3	
量測和預警記錄						
	警示	原因	警示	原因	警示	原因
SC-01						
SC-02						
SC-03						
SC-04						
紀錄 日期	4		5		6	
量測和預警記錄						
	警示	原因	警示	原因	警示	原因
SC-01						
SC-02						
SC-03						
SC-04						

	姓名	連絡電話
測讀者	梁尹齡	

## 附錄四

### 工作說明會與居民問題協助


## 工作說明會記錄表

淡江大學 土木工程學系 新天母庭園社區坡地監測工作說明會記錄

計劃名稱：「山坡地高樓建築住宅區災害簡易監測、預警通報與潛勢評估系統示範應用驗證研究」

計畫主持人：張德文 教授

工作人員：鄭世豪、梁尹齡

一、時間：93 年 10 月 13 日	二、地點：新天母庭園社區會議室
三、會議內容：	1. 本計畫之施行宗旨說明 2. 實地勘察後社區概況說明 3. 監測期間採用之各項監測儀器介紹和監測點位佈設之可行性評估 4. 各式監測儀器之監測方式說明 5. 居民意見交流和問題詢問
四、社區與會代表：	管理委員會委員
五、特殊事項：	社區委員提出：社區西北側下方工地施工不知是否影響社區安全？ 實地勘察結果：工地正處整地和施打排樁作業，建議速向縣府工務局反應，讓其了解並妥善控管，再加上本計畫長期監測作業應可收監控功效，維護社區安全。 現場照片如圖 1 及圖 2 所示。
六、管委會簽章：	
七、計畫主持人簽章：	張德文 10/13 <span style="margin-left: 50px;">會議記錄簽章：鄭世豪</span>
八、備註：	

### 社區西北側工地實地勘察照片



圖 1 現場整地作業施工圖示



圖 2 坡址地帶排樁施工圖示

社區發文本計劃主持人協助處理居民問題

新天母大庭園管理委員會 函

地址：台北縣淡水鎮自強路四一三號  
電話：(0二)二八0九八四五三

受文者：台北縣政府工務局

副 本：淡江大學土木工程學系（台北縣坡地社區安全服務團隊）

張德文主任

發文日期：九十三年十一月九日

發文字號：（九三）新天母字第九三一〇九號

主 旨：為坡地社區安全事宜，請回覆。

說 明：一、據本社區部份住戶反映，近日頻頻感受到房屋建築搖晃，疑似工地施工導致。

二、據瞭解，本社區下方竹圍地區現有工地正在興建，建設公司為「興富發建設有限公司」，  
工地名稱為「春天之旅」，因屬山坡地開發，結構安全是否符合規定，影響社區住家安全  
甚鉅。

三、敬請相關單位前往瞭解，並予回復，以解社區住戶之疑慮。

新天母大庭園管理委員會

主任委員 張 春 暄





社區發文建商舉行施工說明會並邀本計劃主持人協助監督

新天母大庭園管理委員會 函

地址：台北縣淡水鎮自強路四一三號  
電話：(02)二八0九八四五三

受文者：興富發建設有限公司

副 本：一、台北縣政府工務局

二、淡江大學土木工程學系（台北縣坡地社區安全服務團隊）

張德文主任

發文日期：九十三年十二月十七日

發文字號：(九三)新天母字第九三一二一七號

主 旨：為施工說明事宜，請查照。

說 明：一、貴公司承建之「春天之旅」工地施工造成本社區住戶安全顧慮，經發函至台北縣政府工

務局後，該工地主任李先生表示願意至社區做施工說明。

二、時間訂於中華民國九十三年十二月廿二日（星期三）晚上八時，地點在本社區會議室，敬請派員如期至社區說明，以解住戶居家安全之疑慮。

新天母大庭園管理委員會

主任委員 張 春 暄



## 建商舉行施工說明會現場記錄照片

興富發建設公司工地主任於社區舉辦施工說明會，本案主持人及工作人員至現場聆聽了解情況



居民提問工地施工造成之社區安全問題及疑慮，請設公司擬定相關配套措施

